

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-206635

(43)Date of publication of application : 13.08.1996

(51)Int.Cl.

B09C 1/04
A62D 3/00

(21)Application number : 07-218335

(71)Applicant : OHBAYASHI CORP

(22)Date of filing : 04.08.1995

(72)Inventor : KAWACHI TAKESHI
KUBO HIROSHI
TOGE KAZUO
MITSUMOTO JUN

(30)Priority

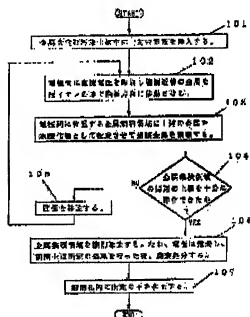
Priority number : 06331153 Priority date : 08.12.1994 Priority country : JP

(54) PURIFICATION OF CONTAMINATED SOIL

(57)Abstract:

PURPOSE: To recover a metal substance from soil contaminated with the metal substance at the position as near as possible to the original position.

CONSTITUTION: At first, a pair of electrodes are inserted in contaminated soil containing a metal (step 101) and, subsequently, DC voltage is applied across the electrodes to move the metal toward the cathode (step 102). Next, the metal is sedimented in the metal collecting region between the electrodes to be conc. (step 103) and, after the elapse of a predetermined period, the metal collecting region is excavated and removed (step 106).



(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 0 9 C 1/04	Z A B			
A 6 2 D 3/00	Z A B			
			B 0 9 B 5/00	Z A B S

審査請求 未請求 請求項の数9 F D (全 13 頁)

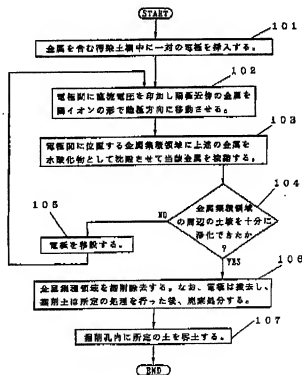
(21) 出願番号	特願平7-218335	(71) 出願人	000000549 株式会社大林組 大阪府大阪市中央区北浜東4番33号
(22) 出願日	平成7年(1995)8月4日	(72) 発明者	川地 武 東京都千代田区神田司町二丁目3番地 株式会社大林組東京本社内
(31) 優先権主張番号	特願平6-331153	(72) 発明者	久保 博 東京都千代田区神田司町二丁目3番地 株式会社大林組東京本社内
(32) 優先日	平6(1994)12月8日	(72) 発明者	峠 和男 東京都千代田区神田司町二丁目3番地 株式会社大林組東京本社内
(33) 優先権主張国	日本 (J P)	(74) 代理人	弁理士 久賀 聡博
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 汚染土壌の浄化方法

(57) 【要約】

【課題】金属物質で汚染された土壌から当該金属物質をできるだけ原位置で回収する。

【解決手段】本発明の汚染土壌の浄化方法は、まず、金属を含む汚染土壌中に一对の電極を挿入し（ステップ101）、次いで、当該電極間に直流電圧を印加して前記金属を前記電極の陰極側に移動させる（ステップ102）。次に、前記電極間に位置する金属集積領域に前記金属を水酸化物の形で沈殿させて濃縮する（ステップ103）。次に、所定期間経過後、前記金属集積領域を掘削除去する（ステップ106）。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 金属を含む汚染土壤中に一对の電極を挿入する工程と、当該電極間に直流電圧を印加して前記金属を前記電極のうちの一方に移動させる工程と、前記電極間に位置する金属集積領域に前記金属を水酸化物の形で沈殿させて濃縮する工程と、所定期間経過後、前記金属集積領域を掘削除去する工程とを含むことを特徴とする汚染土壤の浄化方法。

【請求項2】 前記移動工程において、前記金属を前記電極の陰極側に移動させる請求項1記載の汚染土壤の浄化方法。

【請求項3】 前記金属集積領域の形成位置を一定に維持したまま前記電極を移動する工程を含む請求項1若しくは請求項2に記載の汚染土壤の浄化方法。

【請求項4】 前記各電極のうち、前記金属を移動させる側の電極を地表面近傍に配設し、他方の電極を所定の深さ位置に配設する請求項1若しくは請求項2に記載の汚染土壤の浄化方法。

【請求項5】 前記電極に直流電圧を印加する前若しくは印加中に前記汚染土壤に水を供給する工程を含む請求項1乃至請求項4のいずれか一に記載の汚染土壤の浄化方法。

【請求項6】 前記水の供給工程を前記電極を構成する中空管の通水孔を介して行う請求項5記載の汚染土壤の浄化方法。

【請求項7】 前記水の供給工程を前記電極を構成する中空管の通水孔を介して回収された水を用いて行う請求項5記載の汚染土壤の浄化方法。

【請求項8】 前記水の供給工程を所定の導電性水溶液を用いて行う請求項5記載の汚染土壤の浄化方法。

【請求項9】 前記水の供給工程の前に所定の遮水壁を構築する工程を含む請求項5記載の汚染土壤の浄化方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、カドミウム、鉛、銅、亜鉛、ニッケル、クロム等の重金属を含んだ汚染土壤からこれらの重金属を除去して当該土壤を浄化する方法に係り、特に、多量の汚染土壤を搬出運搬することなく原位で浄化する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】工場廃水、工場廃棄物、鉱山廃水などによって汚染された土壤には、カドミウム、鉛、銅、亜鉛、ニッケル、クロム等の重金属が含まれていることがあり、このような土壤をそのまま放置すると、当該土壤内に含まれた重金属が地下水や生物サイクルを介して環境に拡散する危険性がある。

【0003】そのため、汚染された土壤は、これを掘削除去して所定の処理を施し、しかる後に管理型あるいは遮断型の処分地に廃棄処分する一方、掘削された孔内に

は通常の土を客土して原状復帰するのが一般的である。

【0004】ところが、かかる方法では、掘削の際に汚染土を攪乱して二次汚染のおそれがあるとともに、汚染土を大量に搬出、運搬しなければならないという問題や、既存建築物の近接部や直下では掘削除去自体が困難になるという問題が生じる。そのため、最近では、原位で浄化する技術が研究され始めており、その一つとして通電により汚染物質を回収する方法が開平5-59716号公報に開示されている。

【0005】当該方法においては、まず、処理対象の地盤範囲に止水壁を構築し、次いで、その地盤範囲に多数の通水孔を有する中空管からなる陰極および陽極を挿入し、次いで、当該地盤範囲に適宜散水してから電極間に直流電圧を印加し、次いで、電気浸透現象によって陰極側に集まった水を中空管を介して排水回収する。

【0006】かかる方法によれば、所定の汚染物質は、電気浸透現象による水の流れに乗って陰極側に流れ込むので、これを排水回収することにより、当該汚染物質を除去することができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、本出願人が行った詳細な実験によると、化学変化を起さない汚染物質については上述の方法で回収が可能であるが、カドミウム、鉛、銅、亜鉛、ニッケル、クロム等の重金属については、土壌pHが中性からアルカリ性に変化するあたりで荷電を失って水酸化物として沈殿してしまい、その後いくら陽極側から水を供給しても電気的な引力で陰極まで到達させることはできず、したがって、これらの重金属を陰極側で回収することは不可能であることが判明した。

【0008】本発明は、上述した事情を考慮してなされたもので、金属物質で汚染された土壌から当該金属物質をできるだけ原位で回収することができる汚染土壤の浄化方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の汚染土壤の浄化方法は請求項1に記載したように、金属を含む汚染土壤中に一对の電極を挿入する工程と、当該電極間に直流電圧を印加して前記金属を前記電極のうちの一方に移動させる工程と、前記電極間に位置する金属集積領域に前記金属を水酸化物の形で沈殿させて濃縮する工程と、所定期間経過後、前記金属集積領域を掘削除去する工程とを含むものである。

【0010】また、本発明の汚染土壤の浄化方法は、前記移動工程において、前記金属を前記電極の陰極側に移動させるものである。

【0011】また、本発明の汚染土壤の浄化方法は、前記金属集積領域の形成位置を一定に維持したまま前記電極を移動する工程を含むものである。

【0012】また、本発明の汚染土壤の浄化方法は、前

記各電極のうち、前記金属を移動させる側の電極を地表面近傍に配設し、他方の電極を所定の深さ位置に配設するものである。

【0013】また、本発明の汚染土壌の浄化方法は、前記電極に直流電圧を印加する前若しくは印加中に前記汚染土壌に水を供給する工程を含むものである。

【0014】また、本発明の汚染土壌の浄化方法は、前記水の供給工程を前記電極を構成する中空管の通水孔を介して行うものである。

【0015】また、本発明の汚染土壌の浄化方法は、前記水の供給工程を前記電極を構成する中空管の通水孔を介して回収された水を用いて行うものである。

【0016】また、本発明の汚染土壌の浄化方法は、前記水の供給工程を所定の導電性水溶液を用いて行うものである。

【0017】また、本発明の汚染土壌の浄化方法は、前記水の供給工程の前に所定の遮水壁を構築する工程を含むものである。

【0018】本発明の汚染土壌の浄化方法においては、まず、所定の金属、特に、カドミウム、鉛、銅、亜鉛、ニッケル、クロム等の重金属を含む汚染土壌中に一对の電極を挿入する。次いで、当該電極間に直流電圧を印加する。

【0019】すると、例えば陽イオンの形で土壌内に存在する金属については、電気泳動によって陽極から陰極側に移動し始める。

【0020】次いで、かかる金属を電極間に位置する所定の金属集積領域に水酸化物の形で沈殿させ、当該金属を濃縮する。なお、金属集積領域は、土壌のpHが酸性から中性になってアルカリ性に遷移していくあたりに形成されることが実験によって判明したので、後で掘削除去される所望の土壌位置が上述のpH値となるように、電圧、電極の挿入間隔、通電時間等を適宜調整する。

【0021】次いで、所定の期間経過後、前記金属集積領域を掘削除去する。なお、掘削除去された孔内に所定の土を充填し、原状復帰しておくのがよい。

【0022】ここで、前記金属集積領域の形成位置を一定に維持したまま前記電極を移動させる場合、広範囲の汚染土壌を浄化することができる。

【0023】また、前記各電極のうち、前記金属を移動させる側の電極を地表面近傍に配設し、他方の電極を所定の深さ位置に配設する場合、該金属は、地表面近傍に濃縮され、したがって、掘削除去が行いやすくなる。

【0024】また、電極に直流電圧を印加する前若しくは印加中に前記汚染土壌に適宜水を供給するようにした場合、例えば地下水位が低くてそのままでは土の通電性を維持できないような場所においても所定の通電性を確保することができる。

【0025】かかる水の供給を、電極を構成する中空管の通水孔を介して行うようにした場合、水の補給を効率

的に行うことができる。

【0026】また、上述した水の供給を、電極を構成する中空管の通水孔を介して回収された水を用いて行うようにした場合、水のリサイクル使用が可能となる。

【0027】また、上述した水の供給を、所定の導電性水溶液を用いて行うようにした場合、土の導電性を確実に維持して重金属の回収効率を高めることができる。

【0028】また、上述した水の供給工程の前に所定の遮水壁を構築するようにした場合、供給した水が周囲の地盤に散逸して対象地盤の土の導電性が低下するのを防止することができる。

【0029】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る汚染土壌の浄化方法の実施の形態について、添付図面を参照して説明する。なお、第1実施形態は、例えば地下水位以下の土壌のように、特に給水、散水等行わなくても通電性を十分確保できる場合に適したものであり、第2実施形態は、地下水位より上の土壌のように通電性を確保するのに給水等が必要な場合に適したものである。

【0030】（第1実施形態）図1は、第1実施形態に係る汚染土壌の浄化方法の手順を示したフローチャート、図2乃至図4は各工程での汚染土壌の様子を示した説明図である。本実施形態の汚染土壌の浄化方法においては、まず、図2(a)に示すように、所定の金属、特に、カドミウム、鉛、銅、亜鉛、ニッケル、クロム等の重金属（図中、Mで示す）を含む汚染土壌1中に一对の電極2、3を挿入し、これらを対向配置する（図1、ステップ101）。

【0031】電極2、3は例えば炭素材料で形成するのがよく、棒状、板状等の形状は問わない。また、電極2、3の挿入深さは、汚染土壌の深さに合わせて適宜調整する。

【0032】次に、図2(b)に示すように直流電源のプラス側を電極2に、マイナス側を電極3に接続し、当該電極間に直流電圧を印加する（図1、ステップ102）。

【0033】すると、水の電気分解によって陽極側では H^+ 、陰極側では OH^- イオンが生成し、電極2近傍の土壌は酸性、電極3近傍の土壌はアルカリ性となる。そして、酸性となった電極2付近では、ほとんどの重金属Mが陽イオン M^+ あるいは M^{n+} として溶解し、電気泳動によって電極3方向に移動し始める。図5は、重金属の溶解度とpHとの関係を示したグラフであり、酸性の環境では、重金属の溶解度が非常に高いことを示している。

【0034】次に、このような金属イオンを、図2(c)に示すように、電極2と電極3の間に位置する金属集積領域4に水酸化物の形、すなわち $M(OH)_n$ あるいは $M(O)_n$ として沈殿させて金属を濃縮する（図1、ステップ103）。

【0035】なお、金属集積領域4が形成される位置と

土壌1のpH分布との間に密接な関係があることが実験によって明らかになっており、電圧、電極の挿入間隔、通電時間等を適宜設定してpH値あるいはpH分布を調整することができる。

【0036】次に、図3(a)に示すように電極2を移動し(図1、ステップ105)、図3(b)に示すように既に浄化された領域のさらに右側の領域を上述したと同じ手順で浄化する(図1、ステップ102乃至103)。

【0037】次に、図3(c)に示すように、電極2が陰極、電極3が陽極となるように、直流電源の接続を逆向きにして同様の手順を繰り返す、図4(a)に示すように金属集積領域4の右側領域を浄化する。

【0038】このようにして電極2、3の間の土壌に含まれていた重金属を金属集積領域4に集積させて当該土壌を浄化することができたならば(ステップ104、YES)、図4(b)に示すように、電極2、3を撤去するとともに、金属集積領域4をバックホウやショベルなどで掘削除去する(ステップ106)。なお、掘削の際は、金属集積領域4からの重金属の逆流や拡散を防止するために通電を継続して行うのがよい。

【0039】次に、図4(c)に示すように、掘削除去された孔内に汚染されていない所定の土を客土し、原状復帰する(ステップ107)。一方、掘削除去された土は、コンクリート面形成、加熱による重金属の気化回収などの処理を行い、所定の場所に処分する。

【0040】図6は、本実施形態に係る汚染土壌の浄化方法の効果を裏付ける実験を行った装置を示した斜視図である。同図でわかるように、実験装置11は、幅15cm、長さ100cm程度の容器15に重金属を含んだ汚染土壌16を入れ、当該汚染土壌16の両端に電極13、電極14を配設し、当該電極13、14を直流電源12のプラス側、マイナス側にそれぞれ接続して25ボルト程度の直流電圧を印加するようになっている。なお、土壌の通電性を確保するために汚染土壌16に適宜散水するが、散水された水を排水するための排水口18を容器15の側方に取り付けてある。また、電極13、14を挿入した近傍には珪砂17を入れてある。

【0041】図7は、図6に示した実験装置11によって得られた実験結果のひとつであり、陽極13からの距離によって土壌のpHがどのように変化するかを通電時間をパラメータとして描いたグラフである。

【0042】同図でわかるように、通電時間が2日程度までは、どの位置においても土壌のpHはほぼ一定である。一方、通電時間が7日になると、陽極に近い位置では酸性の傾向が強いが、陽極から少し離れたところから中性に変化し、逆に陰極近傍では急激にアルカリ性に変化する。通電時間が15日になると、陽極付近の酸性化領域は、通電時間7日の場合よりも拡大し、陽極から30cm程度離れたあたりから中性に変化する。そして、8

0cmを越えるあたりから急激にアルカリ性に変化する。通電時間が30日に延びても、全体の傾向は15日の場合とあまり変わらないが、陽極付近の酸性化領域はさらに拡大する。かかる実験結果から、通電時間を30日程度にした場合、陽極から40cmあたりまでは酸性の状態、すなわち重金属が陽イオンの形で溶解して電気泳動により移動しやすい状態になっていることを示唆する。

【0043】図8は、汚染土壌16に含まれている重金属の量を銅を指標として描いたグラフである。この図から、未だ通電していない状態(点線)では、陽極からの位置に関わらず、銅は土壌内にほぼ均等に分布しているが、通電時間30日の場合には(実線)、陽極から50cmまでの範囲、特に、陽極から20cm程度までの範囲では、その含有量が通電していない場合よりも10分の1程度に小さくなっているとともに、陽極から60cmあまりのところでは逆に含有量が3倍程度になっていることがわかる。

【0044】これは、当初陽極付近に存在した銅が通電によって陰極側に移動し、土壌のpHが酸性から中性に変化したさらにアルカリ性に移行していくあたりで水酸化物として徐々に沈殿し、当該領域に濃縮したものと考えることができる。なお、さらに通電時間を長くすると、集積位置はもう少し陰極側に移動するとともに、陽極側での浄化範囲はさらに拡大し、曲線の立ち上がりはもっと急激になる。

【0045】以上説明したように、本実施形態の汚染土壌の浄化方法によれば、汚染土壌に含まれている重金属を通電によって移動させて所定の金属集積領域に濃縮し、しかるのちに、当該金属集積領域を掘削除去するようにしたので、わずかな量の土砂を掘削、搬出するだけで広範囲の汚染土壌を浄化することが可能となり、実質的には原位置のままで重金属の除去が可能になったといえる。また、処分すべき量が少なくなるので、コンクリート等によって固化する手間も大幅に軽減される。

【0046】また、電極を移動させて、金属集積領域が一定の場所に維持されるように、電極の配設位置を調整すれば、広範囲の汚染土壌に含まれる重金属をごく限られた金属集積領域に濃縮することができる。

【0047】本実施形態では、金属として、カドミウム、鉛、銅、亜鉛、ニッケル、クロム等の重金属を対象としたが、これ以外にもアルミニウム、マグネシウム、カルシウム、チタン、マンガン、鉄、コバルト、ガリウム、シロゲン、銀、錫、ビスマス等の金属も本実施形態の浄化方法を用いて回収除去できることは言うまでもない。

【0048】また、金属が陰イオンとして存在する場合、例えばクロムが CrO_4^{2-} (重クロム酸)の形で存在する場合には、陽極側に金属を集積させる構成とすることも可能である。

【0049】また、本実施形態では、掘削除去した孔内に非汚染土を客土して原状復帰するようにしたが、原状復帰せずに例えば掘削孔を利用して放水路を構築したり、コンクリート製の基礎構造体を構築してもよい。

【0050】また、本実施形態は、地下水位以下の土壌のように、特に散水、給水等しなくとも、土の通電性を十分に確保できる場合に適したものであり、散水、給水等により土の通電性を改善する必要がある場合は、以下の実施形態を適用すればよい。

【0051】（第2実施形態）本実施形態においては、第1実施形態で説明した電極2、3の代わりに図9に示すような多数の通水孔22、25を設けた中空管からなる電極21、電極24を用いる。そして、電極21、24に直流電圧を印加する前あるいは印加中、電極21内に配設された給水パイプ23を通して土壌内に水を供給するとともに、電極24内に配設された排水パイプ26を通して土壌内から水を回収する。なお、その他の構成および作用についてはほぼ第1実施形態と同様であるので、詳細な説明は省略する。

【0052】かかる構成によれば、第1実施形態で述べた効果に加えて、地下水位以上の土壌の場合でも、あるいは長時間の通電によって土壌中の水分が陰極側に移動して陰極付近の土壌が乾燥し通電性が低下した場合であっても、当該土壌の通電性を確保して重金属の回収効率を高め、汚染土壌を浄化することができる。

【0053】また、陰極を通水孔を設けた中空管とし、当該通水孔を介して給水を行うようにしたので、通電性の維持に必要な水を効率よく土壌内に供給することができる。また、陰極を通水孔を設けた中空管とし、当該通水孔を介して給水された水を回収するようにしたので、陰極付近に集まった水を効率よく回収することができる。

【0054】上述の実施形態では、陰極を通水孔を設けた中空管とし、当該通水孔を介して給水した水を回収するようにしたが、このような構造としなくとも、地盤表面に溜まった水を排水ポンプ等で回収するようにしてもよい。また、金属集積領域に濃縮された重金属は当該領域に沈殿して地下水等に拡散することはないので、給水された水が地盤表面にあふれて作業に支障を生じることがないものであれば、これを回収しなくてもよい。

【0055】また、土壌中の重金属は、上述のように途中で沈殿して陰極側には到達せず、当該陰極で回収される水にも重金属は含まれない。したがって、陰極側で回収された水をpH処理し、これを陰極側で給水用の水としてリサイクルしてもよい。

【0056】また、本実施形態では、陰極を通水孔を設けた中空管とし、当該通水孔を介して給水するようにしたが、かかる通水孔を介して給水する代わりに、地盤表面から散水するようにしてもよい。

【0057】また、通常の水に代えて食塩等を溶かした

導電性水溶液を給水や散水に用いることにより、土の導電性を改善して重金属の回収効率を高めるようにしてもよい。なお、食塩等の濃度が高すぎると、電気が流れて電気分解が卓越し、重金属の移動効率が低下する。そのため、水溶液の電気伝導度は、数mS/cmから数十mS/cmの範囲（海水濃度の10分の1から100分の1程度）とするのが好ましい。

【0058】また、上述のような給水や散水によっても土の通電性を確保できない場合には、周囲に遮水壁を構築するようにしてもよい。

【0059】（第3実施形態）図10(a)は、本実施形態に係る電極配置状況を示したものである。同図でわかるように、本実施形態においても第1実施形態と同様、重金属Mを含む汚染土壌1内に電極32、33を配設して直流電源のプラス側を電極32に、マイナス側を電極33に接続するが、本実施形態では、電極33を地表面付近に配置し、電極32を所定の深さ位置に配置する。電極の材質等については、第1実施例とほぼ同様であるので、ここではその説明を省略する。

【0060】ここで、汚染土壌1内の位置によって電流密度に差があることに留意する必要がある。すなわち、図10(b)に示す点aは、点bに比べて電流密度が小さく、したがって、点aに存在する重金属については、電気泳動による移動効果があり期待できないと思われる。そのため、電極32は、実際に処理したい範囲の下限よりもさらにある程度下がった位置に設置するのがよい。具体的には、これらのことを考慮した上で、例えば電極32を例えば地表面から1m乃至2m程度の深さに配置し、水平方向には0.5乃至1m程度のピッチで配置する。

【0061】電極32、33を配置するにあたっては、図11に示すように、まず、バックホウ等によって汚染土壌1を掘削してトレンチ41を形成し、次いで、該トレンチ内に電極32を落とし込んで土42で覆土し、次いで地表面近傍に電極33を配置して土43で覆土するようにすればよい。

【0062】電極32、33を配置したならば、これらの電極間に直流電圧を印加する。

【0063】すると、図12(a)に示すように第1実施形態と同様、汚染土壌1内にMⁿ⁺あるいはM^{m+}の形で存在する重金属Mは、電気泳動によって電極33方向に移動する。そして、同図(b)に示すように、地表面近傍に位置する金属集積領域51に水酸化物の形、すなわちM(OH)₃あるいはM(OH)₂で沈殿濃縮する。なお、重金属の溶解度とpHの関係、金属集積領域が形成される位置とpHとの関係等については、第1実施形態とほぼ同様であるので、ここではその説明を省略する。

【0064】このようにして処理範囲52に含まれていた重金属Mを金属集積領域51に集積させたならば、電極33を必要に応じて撤去した後、金属集積領域51を

バックホウやショベルなどで掘削除去する。そして、掘削除去された部分に汚染されていない所定の土を客土し、原状復帰するとともに掘削除去された土に対して、コンクリート固形化、加熱による重金属の気化回収などの処理を行い、所定の場所に処分する。

【0065】以上説明したように、本実施形態の汚染土壌の浄化方法によれば、第1実施形態と同様、わずかな量の土砂を掘削、搬出するだけで広範囲の汚染土壌を浄化することが可能となるほか、これに加えて、金属集積領域を地表面近傍に形成するようにしたので、掘削機械は簡易なもので足りるとともに、掘削除去作業も楽になり、作業性が向上する。また、掘削深さが浅くて済むので、掘削土量を第1実施形態の場合よりもさらに減らすことができる。

【0066】本実施形態では特に言及しなかったが、適用可能な金属の種類は多岐にわたり、また、電極の極性を逆にすれば、陰イオンで存在する場合についても適用可能である点は、第1実施形態と同様である。

【0067】また、本実施形態は、地下水位以下の土壌のように、特に散水、給水等しなくとも、土の通電性を十分に確保できる場合に適したものであり、地下水位以上の土壌を対象とする場合は、電極22、33の代わりに第2実施形態で説明したような電極21、24をそれぞれ水平に配置し、かかる電極21、24の通水孔22、25を介して適宜給水、排水を行って土の通電性を改善すればよい。

【0068】また、本実施形態では、長尺状の電極32、33を水平に配置するようにしたが、本発明は、かかる構成に限定されるものではなく、要は、一对の電極のうちの一方を地表面近傍に、他方を地中に配設すればよい。

【0069】図13は、電極配置に関する変形例を示したものである。本変形例においては、同図でわかるように、コンクリート等で形成された杭61の先端に電極62を、頭部に電極63を取付け、これらを所定のピッチで格子状に汚染土壌1内に埋設するとともに、電極62、63にそれぞれ直流電源のプラス側、マイナス側を接続して構成してある。

【0070】かかる構成においても、本実施形態とほぼ同様の効果が得られる他、杭の打込みによって自動的に電極が配置されることとなり、電極配置作業が容易になるという効果も奏する。

【0071】

【発明の効果】以上述べたように、本発明の汚染土壌の浄化方法は、金属を含む汚染土壌中に一对の電極を挿入する工程と、当該電極間に直流電圧を印加して前記金属

を前記電極のうちの一方に移動させる工程と、前記電極間に位置する金属集積領域に前記金属を水酸化物の形で沈殿させて濃縮する工程と、所定期間経過後、前記金属集積領域を掘削除去する工程とを含むので、金属で汚染された土壌から当該金属をできるだけ原位置で回収することができる。

【0072】

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施形態に係る汚染土壌の浄化方法の手順を示したフローチャート。

【図2】各工程での汚染土壌内の様子を示した説明図。

【図3】各工程での汚染土壌内の様子を示した説明図。

【図4】各工程での汚染土壌内の様子を示した説明図。

【図5】重金属の溶解度とpHとの関係を示したグラフ。

【図6】

【図6】本実施形態に係る汚染土壌の浄化方法の効果を裏付ける実験を行った装置を示した斜視図。

【図7】図6に示した実験装置11によって得られた実験結果のひとつであり、陽極13からの距離によって土壌のpHがどのように変化するかを通電時間をパラメータとして描いたグラフ。

【図8】汚染土壌16に含まれている重金属の量を銅を指標として描いたグラフ。

【図9】第2実施形態に係る電極構造を示した側面図。

【図10】第3実施形態に係る電極配置状況を示した図であり、(a)は全体斜視図、(b)は鉛直断面図。

【図11】第3実施形態において電極を配置する手順を示した断面図。

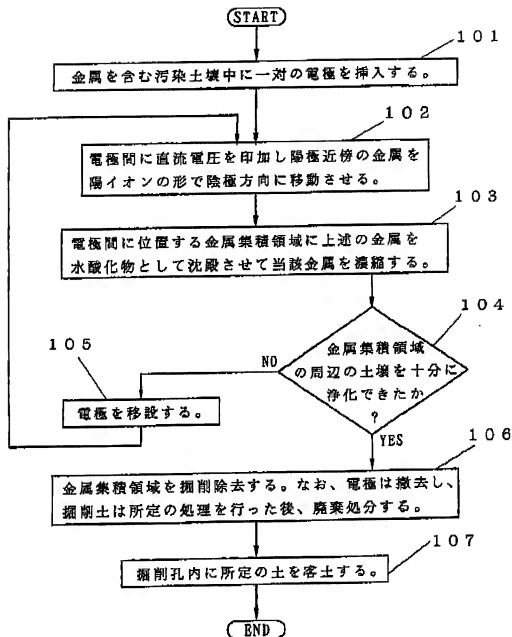
【図12】第3実施形態において金属が水酸化物として集積領域に濃縮されていく様子を示した説明図。

【図13】第3実施形態の変形例に係る電極構造を示した図であり、(a)は平面図、(b)はA-A線に沿う断面図。

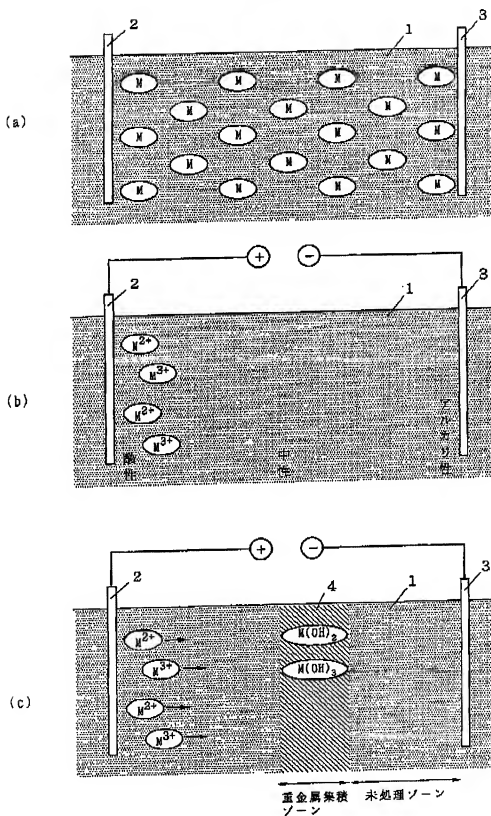
【符号の説明】

101	電極挿入工程
102	金属移動工程
103	金属濃縮工程
105	電極移設工程
106	掘削除去工程
1	汚染土壌
2、3	電極
4	金属集積領域
21、24	電極
32、33	電極
51	金属集積領域
62、63	電極

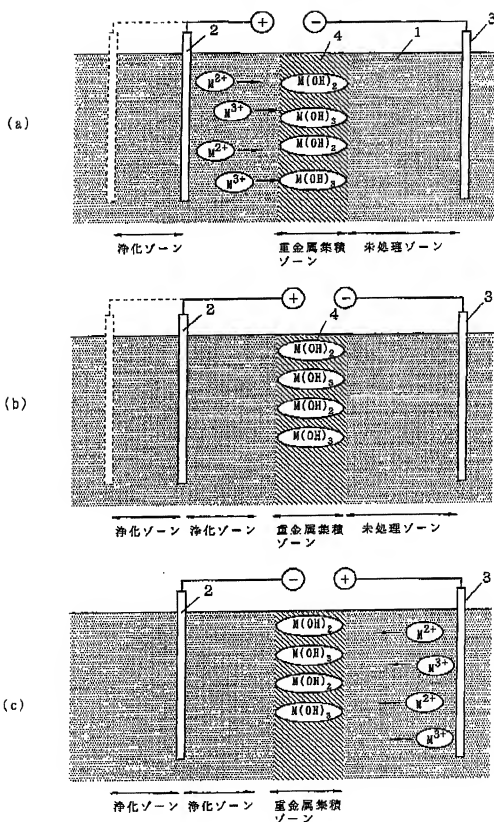
【図1】



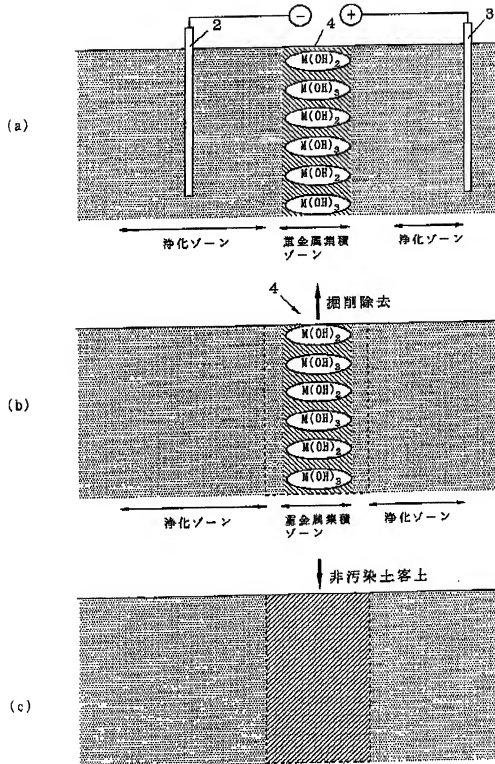
【図2】



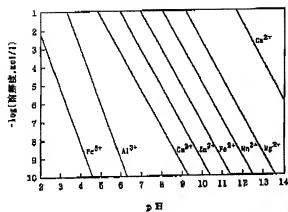
【図3】



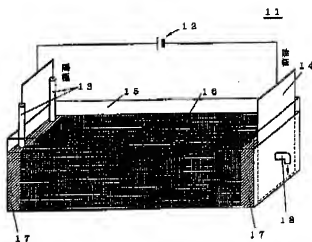
【図4】



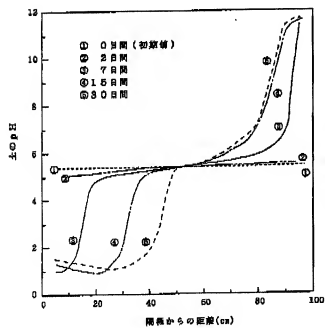
【図5】



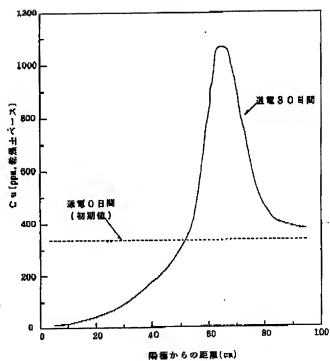
【図6】



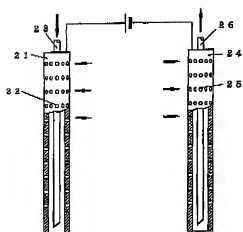
【図7】



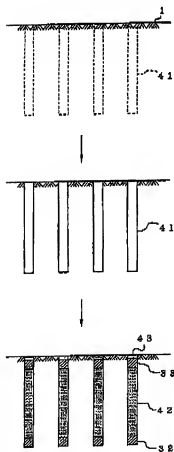
【図8】



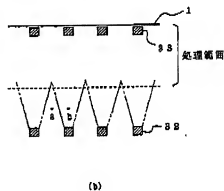
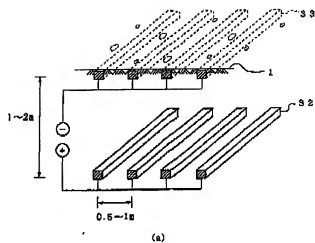
【図9】



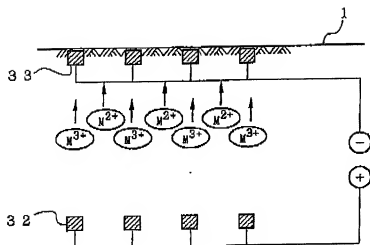
【図11】



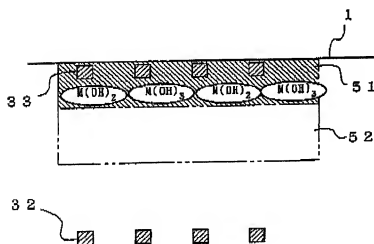
【図10】



【図12】

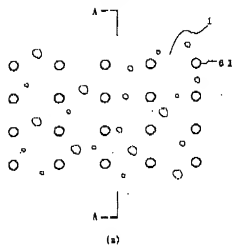


(a)

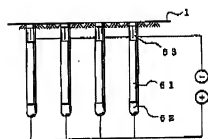


(b)

【図13】



(a)



(b)

フロントページの続き

(72)発明者 光本 純
東京都千代田区神田司町二丁目3番地 株
式会社大林組東京本社内